

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Kazunori BAN et al.

Application No.: To be Assigned

Group Art Unit: To be Assigned

Filed: August 27, 2003

Examiner: To be Assigned

For: DEVICE FOR DETECTING POSITION/ORIENTATION OF OBJECT

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2002-256756

Filed: September 2, 2002

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: 8-27-03

By: 

John C. Garvey
Registration No. 28,607

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 9月 2日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-256756

[ST.10/C]:

[JP2002-256756]

出 願 人

Applicant(s):

ファナック株式会社

2003年 7月 1日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3052088

【書類名】 特許願

【整理番号】 21443P

【あて先】 特許庁長官 殿

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
ナック株式会社 内

【氏名】 伴 一訓

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
ナック株式会社 内

【氏名】 管野 一郎

【特許出願人】

【識別番号】 390008235

【氏名又は名称】 ファナック株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082304

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹本 松司

【電話番号】 03-3502-2578

【選任した代理人】

【識別番号】 100088351

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉山 秀雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100093425

【弁理士】

【氏名又は名称】 湯田 浩一

【選任した代理人】

【識別番号】 100102495

【弁理士】

【氏名又は名称】 魚住 高博

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015473

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9306857

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 物品の位置姿勢検出装置及び物品取出し装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物品を複数の異なる視点で撮像した 2 次元画像に基づいて前記物品の 3 次元位置姿勢を検出する装置であって、

前記物品の 2 次元教示モデルと、

該 2 次元教示モデル上に少なくとも 3 つの参照点を定義する手段と、

該 2 次元教示モデルを使用して、前記各 2 次元画像中にマッチングにより前記物品の像を検出する物品像検出手段と、

前記各 2 次元画像中に検出された物品像同士を対応付ける対応付け手段と、

前記 2 次元教示モデル上に定義された参照点に基づいて、前記各 2 次元画像中に検出された物品像に対して画像上での前記各参照点位置を求める参照点位置算出手段と、

前記求めた画像上での各参照点位置に基づいて、前記各参照点の 3 次元位置を求め、該参照点の 3 次元位置を用いて前記物品の 3 次元位置姿勢を求める手段と、を備えることを特徴とする物品の位置姿勢検出装置。

【請求項 2】 同種の物品の集合を複数の異なる視点で撮像した 2 次元画像に基づいて個々の物品の位置姿勢を検出する装置であって、

前記物品の 2 次元教示モデルと、

該 2 次元教示モデル上に少なくとも 3 つの参照点を定義する手段と、

該 2 次元教示モデルを使用して、前記各 2 次元画像中にマッチングにより 1 つ以上の前記物品の像を検出する物品像検出手段と、

前記各 2 次元画像中に検出された物品像について前記 2 次元画像間で同一物品の物品像同士を対応付ける対応付け手段と、

前記 2 次元教示モデルに定義された参照点に基づいて、前記対応付けされた前記各物品像に対して画像上での前記各参照点位置を求める参照点位置算出手段と、前記求めた画像上での各参照点位置に基づいて、各参照点の 3 次元位置を求め、該参照点の 3 次元位置を用いて前記物品の 3 次元位置姿勢を求める手段と、を備えることを特徴とする物品の位置姿勢検出装置。

【請求項3】 前記物品像検出手段は、前記2次元教示モデルに対して複数の可変パラメータを含む可変パラメータセットで表現される幾何学的変形を施した可変2次元教示モデルを用意し、前記可変2次元教示モデルを使用して、前記各2次元画像中に物品像を検出する手段を含み、

前記参照点位置算出手段は、前記物品像の検出に対応して定まる可変パラメータセットの値に基づいて、前記物品像上の前記参照点の位置を求める手段を含む、請求項1又は請求項2に記載の物品の位置姿勢検出装置。

【請求項4】 前記物品像検出手段は、前記2次元画像に対して複数の可変パラメータを含む可変パラメータセットで表現される幾何学的変形を施した可変2次元画像を用意し、前記2次元教示モデルを使用して、前記各可変2次元画像中に物品像を検出する手段を含み、

前記対応付け手段及び前記参照点位置算出手段は、前記物品像の検出に対応して定まる可変パラメータセットの値に基づいて、前記幾何学的変形前の2次元画像に対して用いられることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の物品の位置姿勢検出装置。

【請求項5】 前記可変パラメータのセットは、前記2次元教示モデルのアフィン変換を表現するパラメータを含むものである、請求項3に記載の物品の位置姿勢検出装置。

【請求項6】 前記可変パラメータのセットは、前記2次元教示モデルの透視変換を表現するパラメータを含むものである、請求項3に記載の物品の位置姿勢検出装置。

【請求項7】 前記可変パラメータのセットは、前記2次元画像のアフィン変換を表現するパラメータを含むものである、請求項4に記載の物品の位置姿勢検出装置。

【請求項8】 前記可変パラメータのセットは、前記2次元画像の透視変換を表現するパラメータを含むものである、請求項4に記載の物品の位置姿勢検出装置。

【請求項9】 前記2次元教示モデル上に3つ以上の参照点を定義する代わりに、3つ以上の参照点と同義の情報を与える、該2次元教示モデルと3次元

な相対位置関係が固定された関係にある図形を定義することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 の内、何れか 1 項に記載の物品の位置姿勢検出装置。

【請求項 1 0】 請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか 1 項に記載された位置姿勢検出装置とロボットとを組み合わせ、前記位置姿勢検出装置によって 3 次元位置姿勢が検出された物品をロボットによって取り出すことを特徴とする、物品取り出し装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばバラ積みされた複数のワーク等の物品の 3 次元位置姿勢を検出する装置及び同装置とロボットとを組み合わせた物品取り出し装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

ビデオカメラで対象物（例えばワークなどの物品；以下、同じ）を撮像し、得られた画像に基づいて対象物の 3 次元的な位置や姿勢を検出する 1 つの手法として、ビデオカメラを複数台用いた、いわゆるステレオ方式が古くから知られている。ビデオカメラは 3 台以上使用されることもあるが、その内の 2 台に着目すれば、本質的にはビデオカメラ 2 台によるステレオ方式の内容に帰着すると考えることができる。そこで、以下ではビデオカメラが 2 台のみの場合に限定して記述する。

【0 0 0 3】

さて、ステレオ方式で対象物の検出を行なう場合に難しいのは、一方のビデオカメラで得られた画像中に検出された対象物の一部位の像が他方の画像中のどこに対応するのかを誤りなく定める、いわゆる「対応付け」である。対応付の例としては、例えば、特許文献 1 がある。同特許によれば、対象物形状をその一部に円または円弧形状の輪郭を有するものに限定し、ステレオ画像同士の局所領域が類似しているという条件と、特徴点が円弧上に分布しているという条件とを用いて対応付けを行なっている。

【0 0 0 4】

【特許文献 1】

特許第 3 2 3 5 3 6 4 号

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

このように、一般にステレオ方式では画像の局所領域ベースでステレオ画像同士の対応付けが試みられる。しかし、これは局所的な画像の比較に基づくがゆえに正確さや信頼性に問題が生じ易い。即ち、多くのケースにおいて、局所的な画像の比較からは類似領域が多数リストアップされる可能性は低いと予想されるからである。

【0 0 0 6】

また、2 台のビデオカメラの配置から得られる幾何学的な制約条件（エピポーラ拘束等）を考慮し、対応付けの信頼性を向上させる手法もあるが、十分でない場合が多い。言うまでもなく、対応付けの誤りは対象物の検出位置の誤りに直結する。前出の特許第 3 2 3 5 3 6 4 号では、検出される対象物の形状を限定することで対応付けのための制約条件を増やし、信頼性を向上させている。

【0 0 0 7】

しかし、この手法は、当然、検出できる対象物が限定されてしまうという欠点を持つ。

【0 0 0 8】

更に、従来のステレオ方式を用いた 3 次元位置姿勢検出方式では、物品同士の重なりにより、ある物品の一部が他の物品の陰になっていると、その「ある物品」について対応付けができなくなるという問題があった。

【0 0 0 9】

本願発明は、上記した従来技術の問題点を克服し、検出される対象物の形状に特に限定が課せられず、一般的な形状の対象物についてステレオ方式による対象物（物品）の検出を高い信頼性を持つ対応付けに基づいて行なうことのできる物品位置姿勢検出装置を提供しようとするものである。また、物品の一部が他の物品の陰になっていても、対応付けが可能とした物品位置姿勢検出装置を提供しようとするものである。更に、本発明は同物品位置姿勢検出装置を用いた物品取出

し装置を提供しようとするものでもある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明では、例えばバラ積み状態にあるワークなどの物品をステレオ方式で撮像し、得られた各画像中から物品像をその物品を表現する2次元教示モデルを用いて検出し、検出された物品像について対応付けを行なった後、前記2次元教示モデル上に予め定義しておいた参照点の3次元位置を算出することにより、各物品の位置と姿勢を求める方式を採用する。

【0011】

即ち、本発明は先ず、物品を複数の異なる視点で撮像した2次元画像に基づいて前記物品の3次元位置姿勢を検出する装置に適用される。そして、同装置は、前記物品の2次元教示モデルと、該2次元教示モデル上に少なくとも3つの参照点を定義する手段と、該2次元教示モデルを使用して、前記各2次元画像中にマッチングにより前記物品の像を検出する物品像検出手段と、前記各2次元画像中に検出された物品像同士を対応付ける対応付け手段と、前記2次元教示モデル上に定義された参照点に基づいて、前記各2次元画像中に検出された物品像に対して画像上での前記各参照点位置を求める参照点位置算出手段と、前記求めた画像上での各参照点位置に基づいて、前記各参照点の3次元位置を求め、該参照点の3次元位置を用いて前記物品の3次元位置姿勢を求める手段とを備えている。

【0012】

また、本発明は、同種の物品の集合を複数の異なる視点で撮像した2次元画像に基づいて個々の物品の位置姿勢を検出する装置に適用される。そして、同装置は、前記物品の2次元教示モデルと、該2次元教示モデル上に少なくとも3つの参照点を定義する手段と、該2次元教示モデルを使用して、前記各2次元画像中にマッチングにより1つ以上の前記物品の像を検出する物品像検出手段と、前記各2次元画像中に検出された物品像について前記2次元画像間で同一物品の物品像同士を対応付ける対応付け手段と、前記2次元教示モデルに定義された参照点に基づいて、前記対応付けされた前記各物品像に対して画像上での前記各参照点位置を求める参照点位置算出手段と、前記求めた画像上での各参照点位置に基づ

いて、各参照点の3次元位置を求め、該参照点の3次元位置を用いて前記物品の3次元位置姿勢を求める手段とを備える。

【0013】

上記各ケースにおいて、前記物品像検出手段は、前記2次元教示モデルに対して複数の可変パラメータを含む可変パラメータセットで表現される幾何学的変形を施した可変2次元教示モデルを用意し、前記可変2次元教示モデルを使用して、前記各2次元画像中に物品像を検出する手段を含み、前記参照点位置算出手段は、前記物品像の検出に対応して定まる可変パラメータセットの値に基づいて、前記物品像上の前記参照点の位置を求める手段を含むものであって良い。

【0014】

また、上記各ケースにおいて、前記物品像検出手段は、前記2次元画像に対して複数の可変パラメータを含む可変パラメータセットで表現される幾何学的変形を施した2次元画像を用意し、前記2次元教示モデルを使用して、前記各可変2次元画像中に物品像を検出する手段を含み、前記対応付け手段及び前記参照点位置算出手段は、前記物品像の検出に対応して定まる可変パラメータセットの値に基づいて、前記幾何学的変形前の2次元画像に対して用いられるものであっても良い。

【0015】

ここで、2次元教示モデルに対する変形を採用する場合であれば、前記可変パラメータのセットは、前記2次元教示モデルのアフィン変換あるいは透視変換を表現するパラメータを含むものであって良い。また、2次元画像に対する変形を採用する場合であれば、前記可変パラメータのセットは、前記2次元画像のアフィン変換あるいは透視変換を表現するパラメータを含むものであって良い。

【0016】

更に、前記2次元教示モデル上に3つ以上の参照点を定義する代わりに、3つ以上の参照点と同義の情報を与える、該2次元教示モデルと3次元的な相対位置関係が固定された関係にある図形を定義するようにしても良い。

【0017】

以上のような位置姿勢検出装置をロボットと組み合わせることで物品取出し装

置を構成することができる。同物品取出し装置によれば、前記位置姿勢検出装置によって3次元位置姿勢が検出された物品をロボットで取り出すことができる。ロボットの制御には、前記位置姿勢検出装置によって検出された3次元位置姿勢が利用できる。3次元位置姿勢が検出された物品が複数存在する場合には、適当に定めた取り出し優先ルール（例えば最上の物品を優先して取り出す）に従って、次に取り出す物品を定めることができる。

【 0 0 1 8 】

【発明の実施の形態】

以下、図1～図4を参照して本発明の1つの実施形態について説明する。なお、実施形態は、ワーク（物品の一例）の3次元位置姿勢を検出する位置姿勢検出装置をロボットと組み合わせたワーク取出し装置として説明される。先ず、図1は、本発明の実施形態におけるシステム構成及び動作の手順の概要を説明する図である。

【 0 0 1 9 】

同図において、符号40はワークコンテナを表わし、同ワークコンテナ上に複数のワーク41がバラ積み状態で積載されている。ワーク41を取り出すためのワーク取出し装置の主要部は、ロボット制御装置30で制御されるロボット31と、2台のビデオカメラ1、2と画像処理装置50を含む位置姿勢検出装置（ステレオ方式の3次元視覚センサ）で構成される。なお、図1において画像処理装置50は、便宜上、同画像処理装置50の行なう処理手順の概要を表わすブロック図部分を囲む形で示されている。

【 0 0 2 0 】

ロボット31は、ワークコンテナ上のワーク41を順次把持して取り出すのに適した位置に設置され、ビデオカメラ1、2は、ワークコンテナ40上のワーク41をほぼ真上の周辺から視野に収めて撮影できる位置に設置されている。ロボット制御装置30と画像処理装置50の間は通信回線32で結ばれており、ロボット制御装置30は、ビデオカメラ1、2で撮影され画像処理装置50で処理されて求められたワーク41の3次元位置姿勢を利用して、ワーク41をハンドリング（アプローチ、把持、取出しの動作）する。ワーク41の3次元位置姿勢の

求め方については後述する。

【 0 0 2 1 】

ここで、通常は 3 次元位置姿勢が求められるワークは複数あるので、適当な優先ルールに従って次に取り出すワークを決定する。優先ルールは、その時点で最も取り出し易い、あるいはそれに準じた状態にあると推定されるワークを優先的に指定するように定めれば良い。例えば、3 次元位置姿勢が求められた複数のワークの内、最上（Z 座標が最大）にあるワークを次に取り出すワークとすれば良い。その他、物品の姿勢も考慮する優先ルールなど種々考えられるので、そのアプリケーションに適したルールを採用すれば良い。この優先ルールについて、本発明では特に制限はない。いずれにしろ、3 次元位置姿勢が正しく判っているワークのハンドリングであるから容易である。

【 0 0 2 2 】

以下、ビデオカメラ 1、2 と画像処理装置 5 0 を用いたステレオ方式の画像処理によってワーク 4 1 の 3 次元位置姿勢の求め方について説明する。

先ず準備として、検出対象とされるワーク 4 1 についてモデル生成および参照点位置設定を次のように行なう。

【 0 0 2 3 】

1 個のワーク 4 1 あるいは同ワークを模した治具を基準位置に置き、ビデオカメラ 1、2 で撮像する。得られた各画像は画像処理装置 5 0 のモデル生成手段 9、1 0（ブロックで描示）に送られ、ここでワークの 2 次元教示モデルが生成され、モデル情報 2 0 として画像処理装置 5 0 内のメモリ（図示省略）に保存される。また、生成された 2 次元教示モデルについて、少なくとも 3 個の参照点の位置が、参照点位置設定手段 1 1、1 2 によって定められる。定められた参照点位置は参照点位置情報 2 1 として保存される。なお、2 次元教示モデル上のどの点を参照点とするかの指定は、例えば画像処理装置 5 0 に装備されたモニタディスプレイ上に 2 次元教示モデルを表示させ、マウス等のポインタで参照点を指定する方式で実行すれば良い。

【 0 0 2 4 】

ここで、ここまでの処理手順について、図 2（a）、（b）を参照して、具体

例に即して簡単に再説しておく。図 2 (a) は、ワーク (2 次元画像) の一例を示し、図 2 (b) は同ワークのためのモデル情報 2 0 として保存される 2 次元教示モデルの一例を示している。本実施形態における 2 次元教示モデルは、左上を原点、下方向を X 軸、右方向を Y 軸とする画像座標系上に定義される。モデルの具体的な形式はモデル検出手法によって様々なものがありうるが、例えばモデル検出が画像同士の正規化相関処理である場合には、(b) は例えば濃淡画像情報である。

【 0 0 2 5 】

次に、図 (c) は 2 次元教示モデル上に定義された参照点 6 1 ~ 6 3 の一例を示す。一般には、1 つのモデル上に定義される参照点の数は 3 以上の適当な数とされる。前述したように、これら参照点 6 1 ~ 6 3 の位置は、例えば画像処理装置 5 0 に装備されたモニタディスプレイ上で指定される。

【 0 0 2 6 】

続いて、ステレオ画像処理について説明する。ビデオカメラ 1、2 で撮像された各画像は、対象物検出手段 3、4 に送られ、ここで 2 つの画像中からそれぞれワークの像が検出される。検出処理においては、モデル情報 2 0 が使用され、例えば前述の正規化相関処理等が行なわれる。対象物検出処理自体については、様々な既存技術が適用可能であるから、ここでは詳細については言及しない。

【 0 0 2 7 】

対象物検出手段 3、4 で検出されたワークの画像上での位置に関する情報は、同一対象物応付け手段 5 に送られ、各画像中で検出された複数のワーク (ワーク像) の中から同一対象物同士 (同一対象物の像同士) の対応付けが行なわれる。

【 0 0 2 8 】

以下では、図 3 を参照図に加えて、前述の対象物検出および同一対象物対応付けについてやや詳しく説明する。図 3 (a) は、ワークコンテナ 4 0 上の水平なワークと水平な状態から傾斜しているワークをビデオカメラ 1 または 2 で撮像した画像 4 2、4 3 を示している。これらの画像は、実際にワークコンテナ 4 0 上にあるワークの状態を代表している。但し、ワークの傾斜の仕方は多様であり、また、画像にはビデオカメラの撮像方向等に応じて変形が生じ得る。

【 0 0 2 9 】

そこで、ワーク検出にあたって、図 2 (b) に示した 2 次元教示モデルに可變的に幾何学的変形を施したもの（以下、可變的変形モデルという）、あるいは、図 2 (a) に示した 2 次元画像自身に可變的に幾何学的変形を施したもの（以下、可變的変形画像という）を用意する。

【 0 0 3 0 】

ここで、可變的な変形には、可變パラメータのセットで記述できるものを採用する。本実施形態における可變パラメータのセットは、図 2 (b) 中に記した (S_x , S_y , δ , θ , X' , Y') である。 S_x , S_y , δ , θ の定義は下記の通りである。なお、2 次元画像自身に可變的に幾何学的変形を施したものを採用する場合には、図 2 (a) に示した 2 次元画像自身について同様に、変形を可變パラメータのセット (S_x , S_y , δ , θ , X' , Y') で表わす。

【 0 0 3 1 】

S_x : X 軸方向のスケール

S_y : Y 軸方向のスケール

δ : 9 0 度を基準 ($\delta = 0$) とした X 軸 - Y 軸間の広がり角

θ : 回転角

(X' , Y') : ワーク原点の座標

なお、 θ 及び (X' , Y') については、可變的変形モデル（あるいは可變的変形画像）の 2 次元平面（画像座標系 $O - XY$ ）上での姿勢及び位置に相当し、元の 2 次元教示モデル（図 2 (b) 参照）、あるいは、元の 2 次元画像（図 2 (a) 参照）に対しては、回転と並進移動を表わしているが、ここではこれらも 2 次元教示モデルあるいは可變的変形画像に対する「幾何学的変形」の範疇に属するものとみなし、便宜上「可變パラメータのセット」に含ませることにする。

【 0 0 3 2 】

このようにして用意された可變的変形モデルあるいは可變的変形画像を用い、ビデオカメラ 1 で得られた画像とビデオカメラ 2 で得られた画像について正規化相関処理等の検出処理を行う。

【 0 0 3 3 】

このような処理により、各ワークの検出を達成することができる。例えば図3 (b) のような変形モデルによって図3 (a) の中の左側のワーク43が検出され、検出結果として前述のパラメータセットの各パラメータの値 (S_x , S_y , δ , θ , X' , Y') が得られる。

【0034】

同一対象物応付け手段5 (図1参照) では、これらのパラメータのうち S_x , S_y , δ , θ に着目し、対象物検出手段3および4での対象物検出結果の間でこれら4つの値がある程度近いもの同士が同一対象物画像ペアの候補として選出される。さらにビデオカメラ1、2の視線の位置関係によるエピポーラ拘束等の幾何学的制約条件22 (図1参照) も制約条件として考慮され、同一物品の候補が絞り込まれる。

【0035】

もしこの段階で、あるワークについて対となる候補が複数残っている場合には、同一物品候補の近傍領域をステレオ画像間で相関処理した結果を評価することで、最も確からしい同一物品画像ペアの候補に絞り込むことができる。

【0036】

このようにして対応付けがなされたならば、参照点位置算出手段6、7では同一対象物応付け手段5で対応付けされた物品の画像上での参照点の位置が計算により求められる。算出式は例えば次のようになる。ここで、各符号は図3 (b) に示したものが対応している。

$$x' = X' + x \cdot S_x \cdot \cos \theta + y \cdot S_y \cdot \cos (\theta + 90^\circ + \delta)$$

$$y' = Y' + x \cdot S_x \cdot \sin \theta + y \cdot S_y \cdot \sin (\theta + 90^\circ + \delta)$$

なお、ここで説明したパラメータセットは例示であり、2次元教示モデルあるいは2次元2画像に対する透視変換あるいはアフィン変換を表現するパラメータセットを用いて、対応付けに用いても良い。

【0037】

以上のようにして画像上での参照点の位置が求められれば、カメラ1、2から特定のワークの参照点へ向かう視線が求められ、実際のワーク上での参照点61～63に相当する箇所の3次元位置が算出される。この計算は位置姿勢算出手段

8で行なわれる。具体的な3次元位置計算処理はステレオ方式に関する既存技術が適用できるので、ここでは詳細に言及しない。

【0038】

位置姿勢算出手段8では、各1つのワークについて、予め定義した3つ以上の参照点についての3次元位置が算出される。例えば参照点が3つ（モデル上では61～63）の場合は、図4に示すように3つの参照点71、72、73（それぞれ61、62、63に対応）の3次元位置が算出され、これらによって定まる三角形の3次元位置姿勢によって例えば符号74で示したような座標系が求められ、これによって一意的にワーク70の位置姿勢を表現することができる。

【0039】

更に、3つ以上の参照点を求めなくとも、例えば対象物上に図5に示したように仮想的に三角形ABCを定義し、この対象物についての2次元教示モデルにおいて、3つの参照点に代えて、対応する三角形を定義して対応付けを行なっても良い。なぜならば、この三角形から3つの参照点と同義の情報を一意的に導出することが可能だからである。なお、この場合、図1における参照点位置設定手段11、12は、三角形位置設定手段11、12とされ、3つの参照点位置に代えて、三角形の位置を特定する他の情報（例えば3辺を表わす直線の方程式のデータ）が定められる。

【0040】

さて、前述したように、上記説明した態様で求められたワーク41の3次元位置姿勢のデータ（X、Y、Z、W、P、R）は、ロボット制御装置30に伝えられ、ロボット31が動作してワークの取り出しが行なわれる。3次元位置姿勢の判ったワークのハンドリングの仕方については、既存の技術が周知なので、詳しい説明は省略する。

【0041】

【発明の効果】

本発明においては、ステレオ方式の画像処理により、部分特徴ベースではなく対象物品単位ベースの対応付けが行なわれ、さらに各対象ワークの検出結果を対応付けのための制約条件として利用するので、対応付けの信頼性が向上する。ま

た、参照点を利用することにより、幾何学的特徴が少ない単純な物品を扱う場合や、幾何学的特徴が一部他の物品の陰になって見えなくなっているような状況であっても、3点以上の参照点が計算上求められれば位置姿勢を求める処理が行なえるので、適用範囲の広い、安定した物品位置姿勢検出とそれに基づく取り出しを行なうことができる。

【 0 0 4 2 】

更に、本発明においては、「ある物品」について参照点を含めて幾何学的特徴が他の物品の陰になっていても、その（またはそれらの）参照点をパラメータセットの値を用いて計算上求められれば、その「ある物品」の3次元位置姿勢が算出可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態におけるシステム構成及び動作の手順の概要を説明する図である。

【図 2】

(a) はワーク（2次元画像）の一例を示し、(b) は同ワークのためのモデル情報 20 として保存される 2次元教示モデルの一例を示している。

【図 3】

(a) は、ワークコンテナ上の水平なワークと水平な状態から傾斜しているワークをいずれかのビデオカメラで撮像した画像を示し、(b) は 2次元教示モデルに可変的に幾何学的変形を施して用意される可変変形モデルの例を示している。

【図 4】

ワーク上の 3つの参照点とそれに基づいて定められる座標系について説明する図である。

【図 5】

三角形を定義して対応付けを行う例について説明する図である。

【符号の説明】

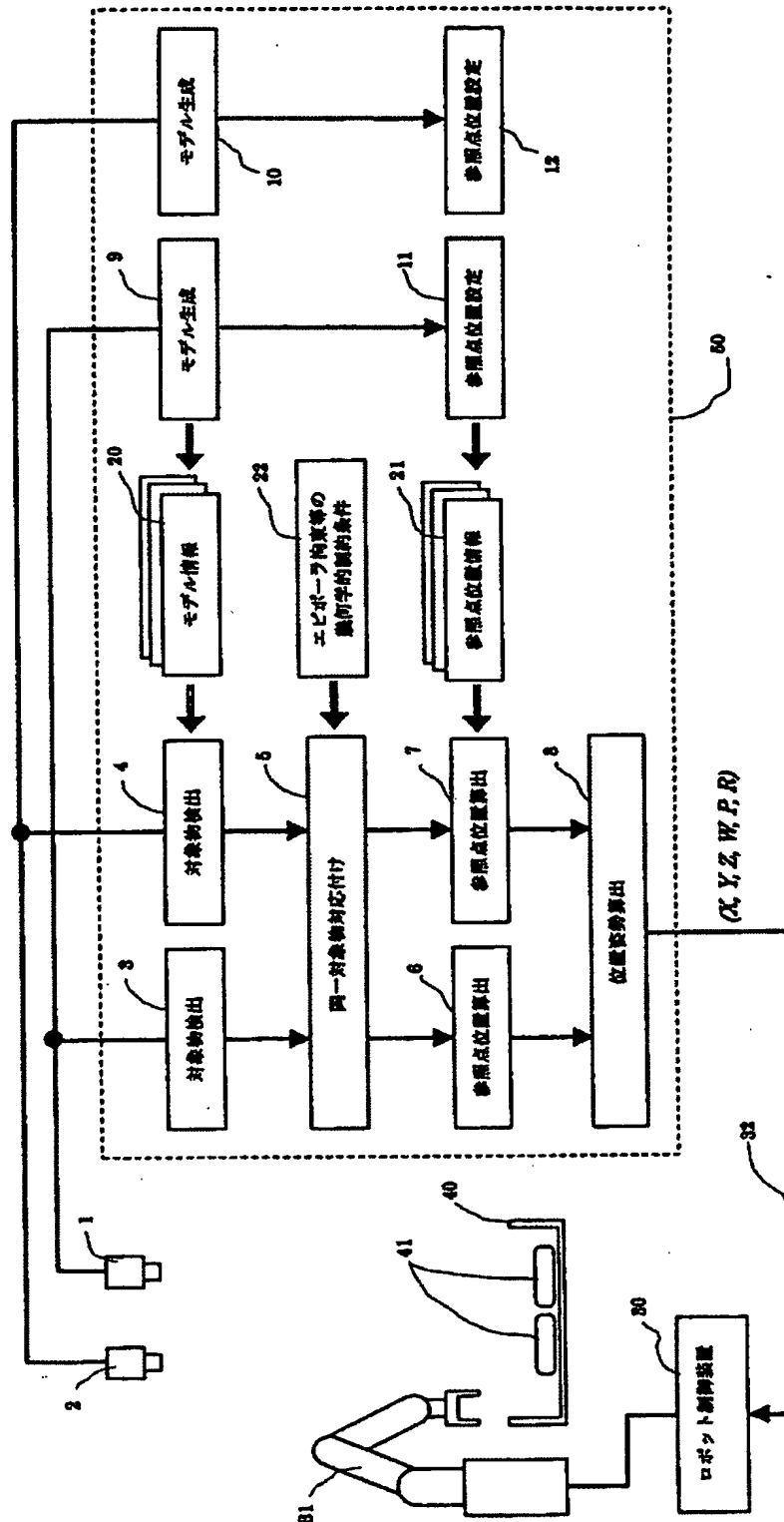
1、 2 ビデオカメラ

- 3、4 対象物検出手段
- 5 同一対象物対応付け手段
- 6、7 参照位置算出手段
- 8 位置姿勢算出手段
- 9、10 モデル生成手段
- 11、12 参照点位置設定手段
- 21 参照点位置情報
- 22 エピポーラ拘束等幾何学的制約条件
- 30 ロボット制御装置
- 31 ロボット
- 32 通信回線
- 40 ワークコンテナ
- 41、70 ワーク
- 42、43 ワーク画像

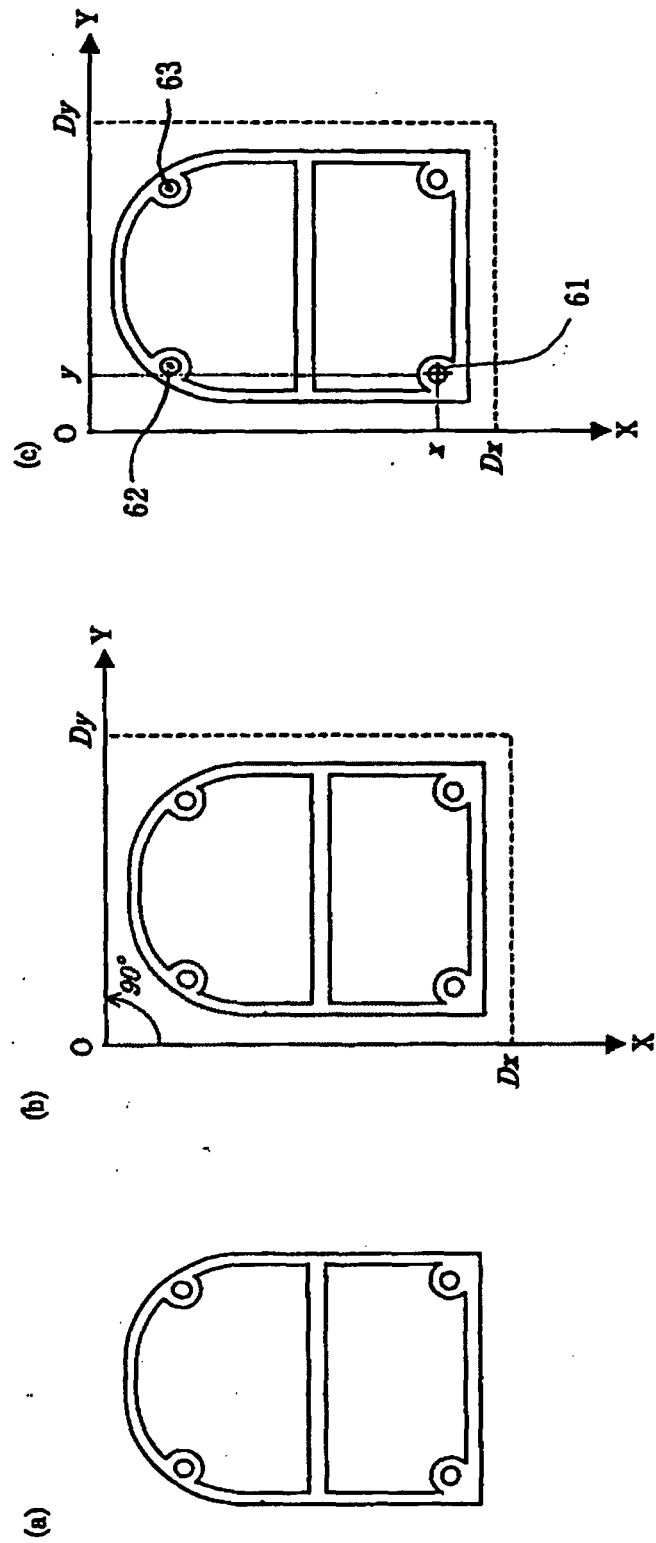
【書類名】

凶面

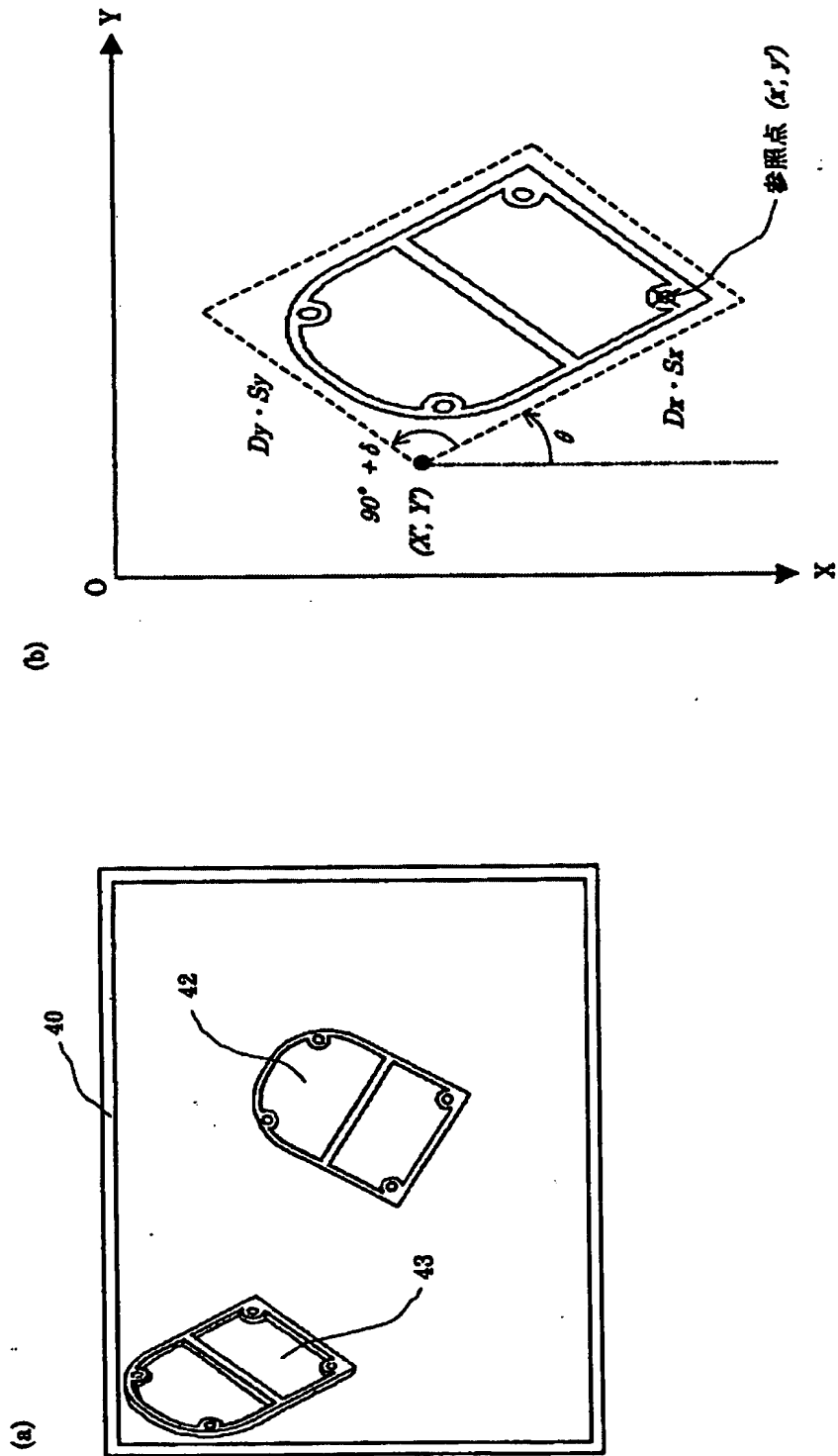
【図 1】



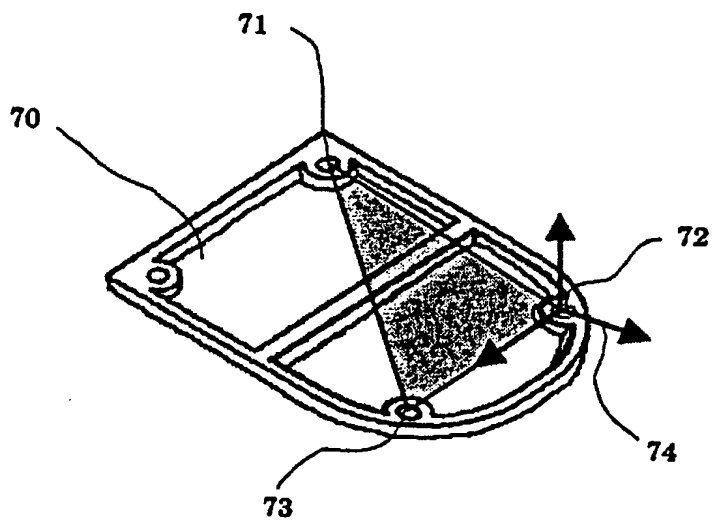
【図 2】



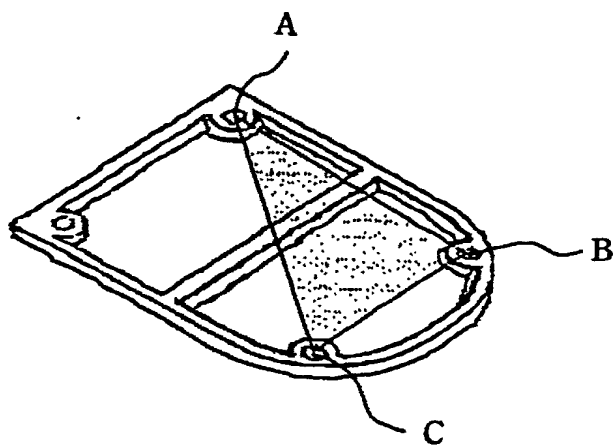
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 信頼性の高い対応付けを行なうステレオ方式で物品の 3 次元位置姿勢を検出して、ワーク取り出し等を行なう。

【解決手段】 ワークをビデオカメラ 1、2 で撮像し、モデル生成手段 9、10 で 2 次元教示モデルを生成し、モデル情報 20 を保存し、3 個以上の参照点位置を参照点位置設定手段 11、12 で定める。対象物検出手段 3、4 はワーク像を検出し、モデル情報 20 を用いて対象物検出を行なう。同一対象物対応付け手段 5 は、2 次元教示モデルまたは 2 次元画像を幾何学的に変形したもの（可変パラメータセットで表現）を用い、同一対象物の像同士の対応付けを行なう。位置姿勢算出手段 8 は対応付けされた各ワークの参照点の 3 次元位置を求め、ワークの位置姿勢を求める。ロボット制御装置 30 は、それに基づき、ロボット 31 にワークを取り出させる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 5 6 7 5 6
受付番号	5 0 2 0 1 3 0 8 0 7 4
書類名	特許願
担当官	第六担当上席 0 0 9 5
作成日	平成 1 4 年 9 月 3 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 9月 2日

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [3 9 0 0 0 8 2 3 5]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 1 0 月 2 4 日

[変更理由] 新規登録

住 所 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地

氏 名 ファナック株式会社